

# ***Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas***

**Por:**

**Dr. Carlos G.  
Hernández Díaz-Ambrona  
Coordinador**

**Departamento de  
Producción Agraria**

**Febrero  
2015**





## ESTUDIO SOBRE:

### ***Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas***

© Universidad Politécnica de Madrid, Carlos Gregorio Hernández Díaz-Ambrona  
Definitivo  
16/07/2015 11:58

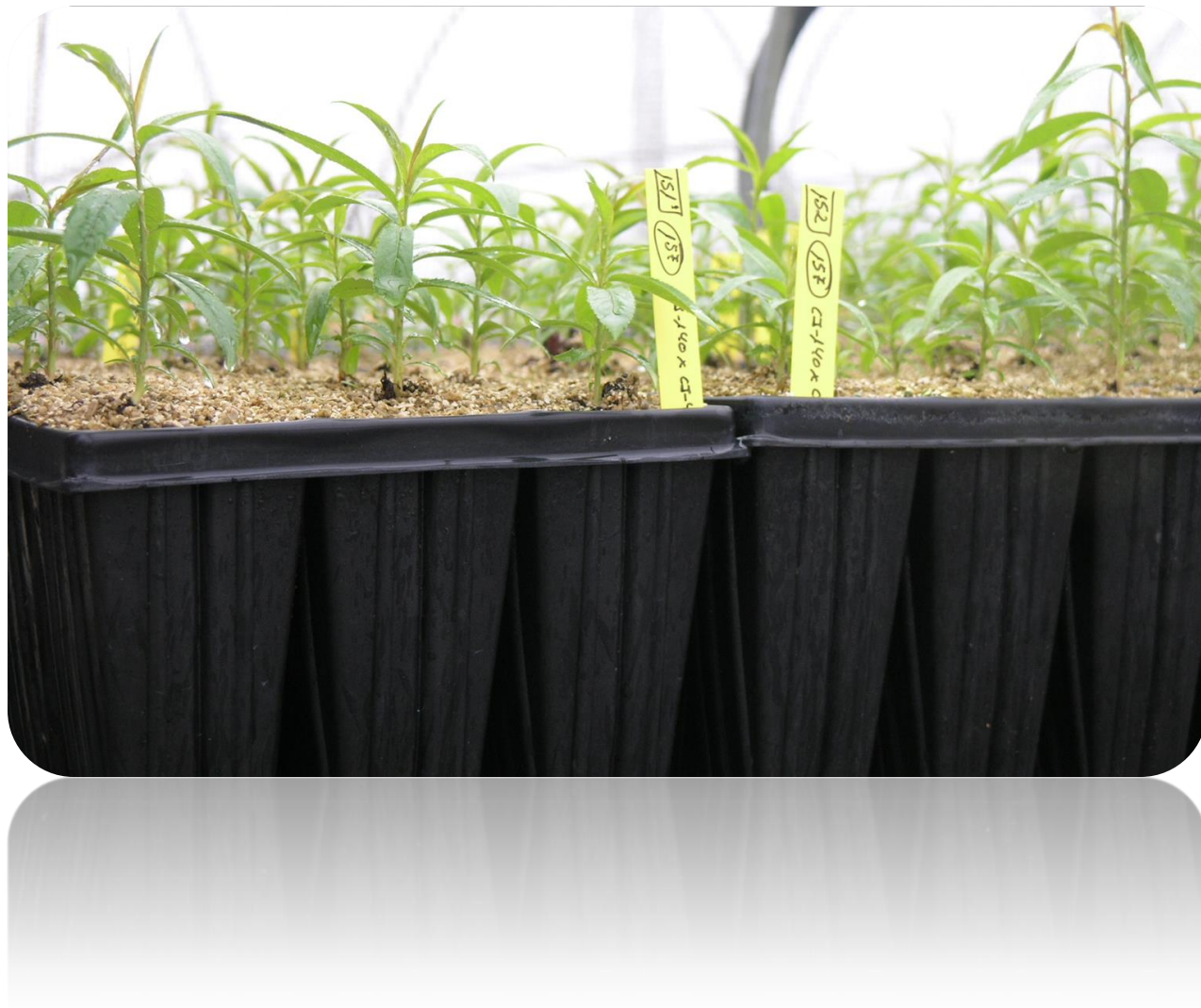
Madrid, julio de 2015



# ÍNDICE

<b><i>Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas</i></b> .....	i
Presentación.....	- 4 -
1. Introducción .....	- 7 -
2. Producción de plantas.....	- 11 -
3. Propagación vegetal .....	- 15 -
4. La reproducción de plantas.....	- 19 -
5. Multiplicación vegetal .....	- 22 -
6. Definición y proceso del injerto en plantas.....	- 25 -
Posibilidad de demostración o prueba, una vez efectuado el injerto, de la especie/variedad injertada sobre el patrón o porta-injerto.....	- 32 -
Consideración del injerto como forma de “producción”; “reproducción”; “multiplicación” o “propagación” de la planta.....	- 32 -
Referencias .....	- 34 -
Anexos.....	- 36 -





# **PRESENTACIÓN**

El alcance del estudio sobre: **“Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas”** se ha dividido en las siguientes tareas:

- 1. El objetivo del estudio es establecer, desde una perspectiva científica y técnica, la definición y alcance de los siguientes conceptos:**
  - a. Definición y conceptos de “producción”, “reproducción”, “multiplicación” y “propagación” de plantas y material vegetal. Coincidencia y/o diferencias de estos conceptos entre sí.
  - b. Definición y proceso del injerto en plantas.
- 2. Las cuestiones que específicamente debe aclarar desde un punto de vista técnico y científico son:**
  - a. Significado técnico y alcance de los conceptos de “producción”; “reproducción”; “multiplicación” y “propagación” de plantas y material vegetal;
  - b. Diferencias (si existieren) desde el punto de vista técnico entre tales conceptos: producción, reproducción, multiplicación y propagación.
  - c. Significado técnico y alcance del injerto en plantas.
  - d. Consideración botánica de la especie/variedad a las que pertenece la planta injertada.
  - e. Posibilidad de demostración o prueba, una vez efectuado el injerto, de la especie/variedad injertada sobre el patrón o porta-injerto.
  - f. Consideración del injerto como forma de “producción”; “reproducción”; “multiplicación” o “propagación” de la planta.
- 3. El objetivo del estudio se centra en las plantas hortícolas (pues es en este sólo ámbito en el que existe cuestionamiento), aunque podemos comprender y aplicarlo también a otros cultivos como los árboles frutales o**

**las plantas ornamentales (para los que el injerto como forma usual y generalizada de reproducción es aplicado desde hace siglos).**

El estudio se centra exclusivamente en los aspectos técnicos y científicos, como corresponde a un ámbito académico agronómico, sin entrar en otras consideraciones (legales, económicas, sociales, etc.) que, siendo absolutamente legítimas, corresponde dilucidar a otras instancias. En especial se quiere remarcar la experiencia que el grupo AgSystems del **Departamento de Producción Agraria (anteriormente Producción Vegetal: Fitotecnia)** de la **Universidad Politécnica de Madrid** tiene en los temas objeto de la solicitud de asistencia técnica. El Departamento de Agraria es un departamento inter facultativo encargado de la docencia y la investigación en el área de la Producción Vegetal, Producción Animal y de la Edafología y Química agrícola tanto en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid como en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de la Universidad Politécnica de Madrid, ambas integradas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Madrid.



# 1. INTRODUCCIÓN

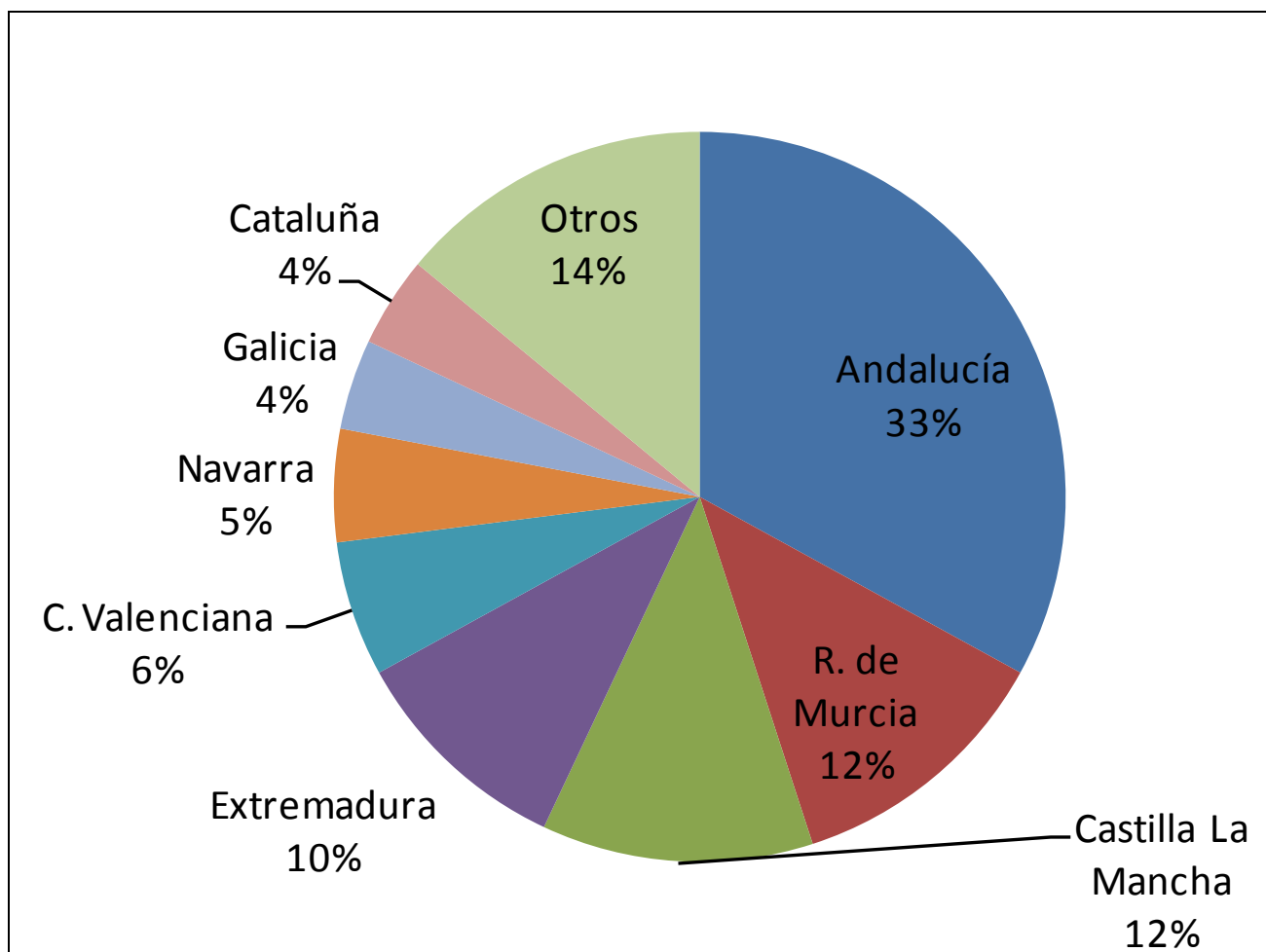
Desde su aparición sobre la faz de la Tierra el ser humano ha estado usando las plantas en busca de su beneficio. En ellas, el ser humano ha encontrado una fuente de alimentación constante, convirtiéndolas en la base de su alimentación durante siglos, directamente o a través de los animales, también las ha utilizado para proporcionar fibras y vestirse, también como fuente de energía primaria, así como ha descubierto la cura para algunas de sus dolencias. Las plantas han sido, además de sustento y medicamentos tradicionales, materiales para la construcción de viviendas o para la vestimenta. La agricultura ha permitido mejorar la producción individual de las plantas a través de los cultivos, liberando trabajo para otras actividades y permitiendo la concentración de la población en ciudades. Desde que parte de la sociedad ha puesto en la actividad del agricultor/a la producción de sus alimentos, el sector agrario se ha convertido en estratégico al ser garantía del abastecimiento de alimentos. Es por ello que las sociedades han identificado en muchos casos los alimentos con el mundo folclórico, y han sido objetos utilizados en rituales religiosos y ritos dedicados al mundo espiritual. Es el caso del trigo y del vino en la culturas judeo-cristianas, el caso del maíz y del frijol en el mundo Maya y Azteca, o del cultivo del arroz en las culturas orientales. Las plantas pueden alcanzar la consideración de símbolos o ser sencillos materiales: con ellas se fabrican instrumentos, utensilios domésticos y herramientas, entre otros. Han formado parte de la vida diaria desde que el hombre comenzó a agregarse en sociedad, participando en múltiples facetas de la vida diaria, y son por tanto parte de nuestro legado, heredado en numerosas ocasiones como parte de la tradición oral y escrita de cada pueblo transmitido de generación en generación. Es necesario tratar de forma distinta pero coordinada lo que sucede en el medio rural y en el medio urbano, y conocer las tensiones que se establecen entre la ciudad y el campo, siendo este último la fuente única o al menos principal de alimentos.

El sector hortofrutícola en España tiene un papel muy importante tanto dentro de la agricultura como en el conjunto de la economía, especialmente por su contribución a las exportaciones. La participación del sector hortofrutícola español en la producción final agraria alcanza el 37%, cifra altamente significativa y que ha aumentado en los últimos años desde un 32% en 2000 hasta el 37% de 2013. Es previsible que la tendencia creciente de la participación del sector en la producción agraria se incremente en el

futuro como consecuencia de la puesta en marcha de la nueva PAC. El sector hortofrutícola supone el 17% de la producción final agraria media de la Unión Europea, por lo que las producciones hortícolas son un sistema diferenciador de los países mediterráneos. El sector hortofrutícola está orientado claramente a la exportación. En algunos productos puede llegar a más del 50% de la producción, como es el caso del tomate, lechuga y pimiento. La producción se encuentra atomizada de forma que sólo el 40% se comercializa a través de Organizaciones de Productores. La dimensión social en cuanto a mano de obra es muy importante, según FEPEX 400.000 empleos directos y 200.000 en almacenes, representando una fuente de empleo fundamental para muchas zonas rurales. Esta necesidad de mano de obra es tan importante en la propia función de producción y comercialización de frutas y hortalizas como en actividades dependientes y relacionadas con ella.

Si nos fijamos en el régimen de explotación, encontramos una gran variedad en los modelos de producción, que van desde los **cultivos hortícolas al aire libre**, en explotaciones exclusivamente hortícolas o mixtas con otros cultivos; hasta los **cultivos hortícolas protegidos**, donde el invernadero es el elemento estructural principal. En cuanto al modo de instalación, se distinguen principalmente dos tipos. Al aire libre, que incluye parcelas al aire libre o cubiertas con láminas flexibles de plástico colocadas sobre el terreno o con estructuras fijas o móviles, dentro de las cuales una persona no puede trabajar de pie; y en invernadero, refiriéndose a las parcelas con instalaciones fijas o móviles de estructura flexible o rígida en vidrio, plástico o material translucido impermeable al agua, climatizadas o no, dentro de las cuales puede trabajar una persona de pie.

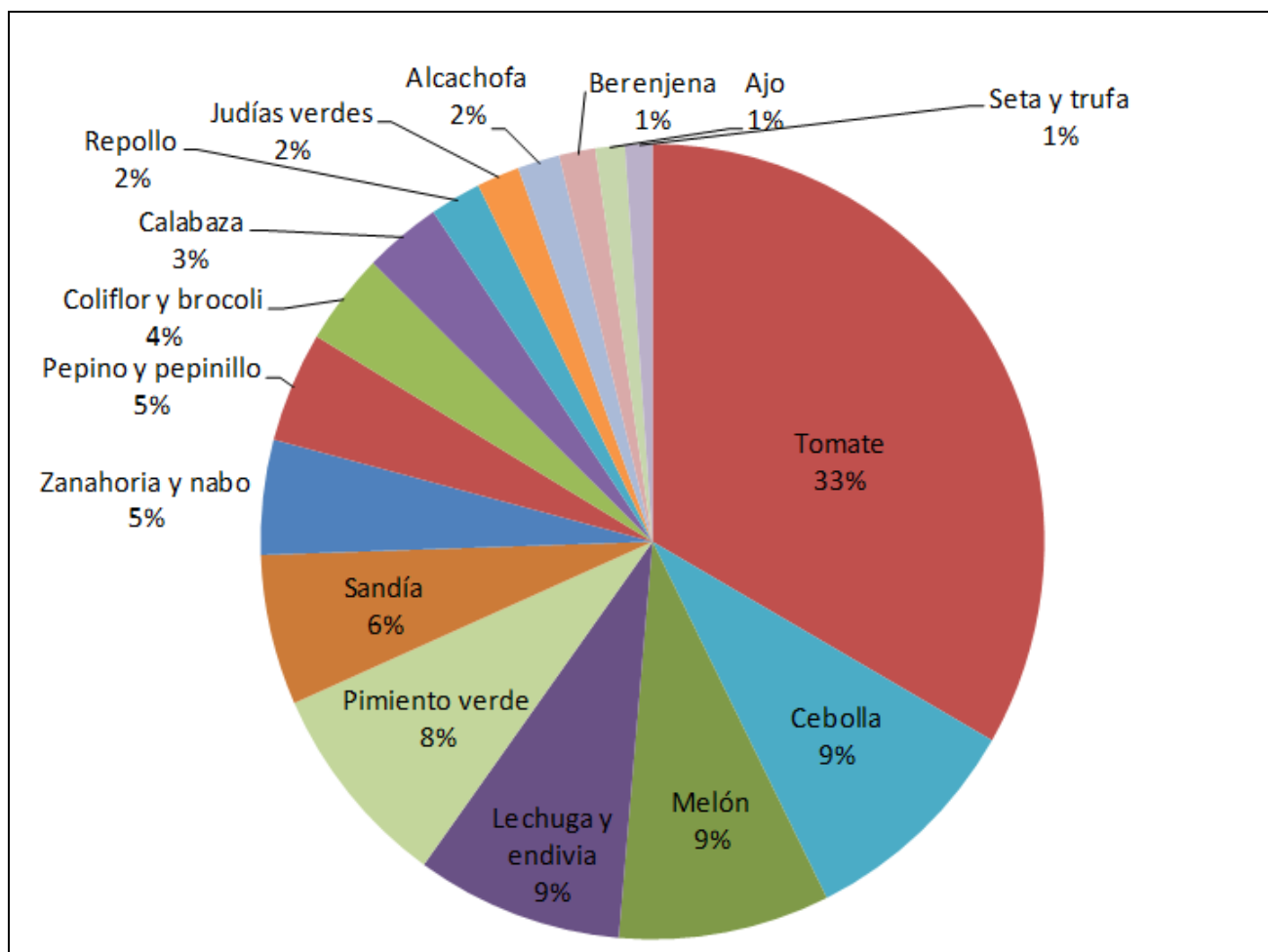
En España el cultivo de hortalizas se localiza en Andalucía, con un 33% del total de la producción hortícola, seguida de Castilla-La Mancha y Murcia ambas con un 12%, y Extremadura con el 10% (Figura 1). Hay que destacar que en Castilla-La Mancha la producción se concentra sobre todo en el melón, el ajo y la cebolla, siendo la producción más variada en el resto de las principales Comunidades Autónomas productoras (Figura 2). En Extremadura destaca la producción de tomate en campo abierto con fines a la industria, son sistemas de producción altamente tecnificados y cosecha mecanizada, con expansión de cultivos como el brócoli y el puerro.



**Figura 1. Distribución de la superficie hortícola media por comunidades autónomas en España. Fuente: MAGRAMA, 2013.**

El sector hortofrutícola conlleva un desembolso importante de capital circulante o de explotación, así como la necesidad de mucha mano de obra, en ocasiones, especializada. Por lo general, los índices de mecanización son muy bajos y el tamaño de las superficies es pequeño. Las rotaciones hortícolas suelen estar muy solapadas, siendo relativamente frecuentes en una misma parcela dos y tres cosechas distintas.

Se estima que en España se emplean anualmente más de 100 millones de plantas hortícolas injertadas, estando a la cabeza de Europa. Las principales especies son tomate y sandía, pero rápidamente se está extendiendo a pimiento, berenjena, melón y pepino.



**Figura 2. Distribución de la superficie hortícola por grupos de cultivos en España.**  
**Fuente: MAGRAMA, 2013.**

## 2. PRODUCCIÓN DE PLANTAS

El término producción en las enseñanzas de agricultura en España se emplea para designar una disciplina conceptual y flexible en el que el análisis y estudio de los problemas agronómicos se basa en los principios de la ecología vegetal, la física y la química ambiental aplicados a los ecosistemas agrarios, con la finalidad de obtener productos útiles al hombre sin afectar al medio ambiente.

En la organización conceptual de los actuales planes de estudio la Producción Vegetal engloba tres áreas: I) Fitotecnia; II) Protección y III) Mejora vegetal. Que responde a cómo producir plantas, cómo protegerlas durante el periodo productivo y postcosecha y finalmente cómo mejorar o modificar el material vegetal que se va a producir.

No dejamos a un lado otros enfoques de la producción vegetal como los recogidos por el Profesor Pedro Urbano Terrón (1992 y 2002) en sus sendos textos Tratado de Fitotecnia General y Fitotecnia: Ingeniería de la Producción Vegetal, textos que abordan la materia desde sus aspectos más prácticos y descriptivos. El libro de texto Fitotecnia: bases y tecnologías de la producción agrícola del profesor Francisco J. Villalobos y colaboradores (2002) es un buen referente para estudiar la producción vegetal como una disciplina de contenido conceptual y flexible, que emplea la física ambiental y la ecología para la resolución y análisis de los problemas agronómicos. Los sistemas de producción vegetal, dice Urbano (2002), están formados por los siguientes componentes: *“las plantas cultivadas, el medio en que éstas se desarrollan y las técnicas de cultivo”*.

En el proceso histórico y técnico de la agricultura la producción vegetal siempre ha estado presente. De tal forma que la **producción vegetal recoge las técnicas aplicadas a los vegetales o a las plantas, o más ampliamente se conoce como el conjunto de técnicas de producción agraria, que permiten obtener un producto de origen vegetal**. Como ciencia es extraordinariamente amplia y compleja, ya que integra numerosas disciplinas y conocimientos científicos. Tiene un marcado carácter finalista, que podríamos equiparar a un interés económico, o de mercado o de transacción (positiva o negativa) con el siguiente eslabón de la cadena. Ese carácter finalista hace que cuando en la producción agraria intervienen varios niveles se identifiquen estos, desde un punto de vista económico, como consumos intermedios. En economía los

consumos intermedios representan el valor de los bienes y servicios consumidos durante el proceso de producción.

Sabemos que la producción de compuestos orgánicos (plantas o animales) en los campos cultivados depende de la capacidad fisiológica de las plantas de cultivo y del ambiente donde se desarrollan y crecen. Es por ello que para conocer las técnicas a emplear se deba en primer lugar presentar los procesos y relaciones que permiten alcanzar una determinada producción. De esta forma la producción está estrechamente relacionada con el análisis ecológico, los principios biológicos, químicos y físicos responsables del crecimiento y desarrollo de los cultivos. Qué plantas y cómo se cultivan son decisiones que vendrán dadas por el manejo de cultivos que aplique el agricultor, sin embargo, también está condicionada por la utilidad o destino de los productos finales, del coste de producción y del riesgo en el proceso productivo. Por tanto, en la producción vegetal, como la entendemos nosotros, no sólo comprende la tecnología, la economía y la experiencia de los agricultores, sino también los principios de las ciencias naturales que rigen el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Las decisiones que el agricultor tiene que tomar sobre las prácticas y técnicas de cultivo para cada caso en su explotación agraria dependen de factores, tales como las condiciones meteorológicas, características del suelo o de la topografía, o de la disponibilidad de agua. Estos factores se tienen que combinar de forma racional con la disponibilidad de mano de obra, la maquinaria o la energía disponibles y con la necesidad de una rotación de cultivos para controlar, por ejemplo, las enfermedades o la erosión. También, están las restricciones impuestas a la hora de adoptar una determinada técnica de cultivo frente a otro, por ejemplo, las que vienen dadas por la situación del mercado o por la disponibilidad de capital y tecnología, y las relaciones sociales. Todos estos factores influyen sobre las estrategias y tácticas que deben emplear los agricultores. Solo mediante la integración de este esquema global de gestión agraria, cada campo va a tener su propio historial en cuanto a uso y capacidad productiva. Así, todos estos factores forman parte de estudio de la producción vegetal. Siendo por tanto un término global e integrador. Finalmente podemos decir que el objetivo de la producción aplicada a las plantas o vegetales es la obtención de productos vegetales útiles al hombre, en las mejores condiciones económicas, ecológicas y de respeto al medio ambiente. O dicho de otro modo, es el conjunto de técnicas que aplica



los conocimientos científicos y técnicos que proporciona la ecología de cultivos para la obtención óptima de plantas o partes de ellas útiles para el hombre.

En el caso de la producción de plantas forestales, que también es materia de estudio en las Escuelas de Ingeniería Forestal y de Montes, es común encontrar bajo ese epígrafe todo lo que tiene lugar en un vivero enfocada a la multiplicación de plantas con fines comerciales, incluye lo relativo a las técnicas de propagación de plantas forestales, pero también como proceso productivo, incluye el material y las técnicas de cultivo, así como las infraestructuras necesarias, es decir es más amplio que la propia propagación. En el mismo sentido se recoge cuando se trata de producción de plantas ornamentales. Esto quiere decir que en el proceso productivo o de producción no solo se da especial relevancia al material vegetal que se va a producir sino también a todas las técnicas que hacen posible alcanzar el objetivo final. Técnicas que tienen que ver con las instalaciones o infraestructuras, y que se extienden desde la preparación del suelo o el medio de cultivo, a todas las operaciones culturales (control de malas hierbas, control fitosanitario, riego, fertilización) hasta la recolección, cosecha o venta.

La Producción Vegetal está reconocida por la UNESCO como área de conocimiento (catalogada con el número 31, y con el número 705 por el Real Decreto 1888/1984 modificado por Real Decreto 774/2002, de 26 de julio). El campo 310301 recoge la Producción de cultivos.

En España la Producción de Semillas y Plantas de Vivero está regulada por números disposiciones:

- 2011- Real Decreto 170/2011, de 11 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento general del registro de variedades comerciales y se modifica el Reglamento general técnico de control y certificación de semillas y plantas de vivero (BOE de 12 de Febrero de 2011)
- 2008- Real Decreto 1891/2008, de 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento para la autorización y registro de los productores de semillas y plantas de vivero y su inclusión en el Registro nacional de productores (BOE de 6 de Diciembre de 2008)
- 1993- Real Decreto 2273/1993, de 22 de Diciembre, por el que se modifica el Reglamento General sobre Producción de Semillas y Plantas de Vivero (BOE de 23 de Diciembre de 1993)

- 1986- Real Decreto 646/1986, de 21 de Marzo, de modificación del Decreto 3767/1972, de 23 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General sobre Producción de Semillas y Plantas de Vivero (BOE de 5 de Abril de 1986). Corrección de erratas del Real Decreto 646/1986, de 21 de Marzo (BOE de 22 de Abril de 1986). Corrección de errores del Real Decreto 646/1986, de 21 de Marzo (BOE de 1 de Julio de 1986).
- 1985 - Real Decreto 833/1985, de 22 de Mayo, por el que se revisan las cuantías de las multas establecidas en el Decreto 3767/1972, de 23 de Diciembre, que aprobó el Reglamento General sobre Producción de Semillas y Plantas de Vivero (BOE de 6 de Junio de 1985)
- 1973 - Decreto 3767/1972, de 23 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General sobre Producción de Semillas y Plantas de Vivero (BOE de 12 de Febrero de 1973). Corrección de errores del Decreto 3767/1972, de 23 de Diciembre (BOE de 19 de Febrero de 1973).

Adicionalmente el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras (BOE de 3 de agosto de 2013), regula la producción de plantas incluidas en el catálogo. También estaría las normas recogidas en el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Plantas de Vivero de Frutales (Real Decreto 1256/2010, de 8 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 929/1995, de 9 de junio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de control y certificación de plantas de vivero de frutales, BOE de 9 de octubre de 2010), entre los que se incluye la fresa, recoge como material de multiplicación: las semillas, partes de plantas y plantas, incluidos los portainjertos, destinados a la multiplicación y producción de frutales (Artículo 4. Definiciones de plantas de vivero), también en el artículo 5 define al Productor como el “proveedor que al menos multiplica o produce plantas de vivero”. La producción puede tener como resultado materiales de multiplicación, plantones de frutal de plantas y finalmente la producción que se cosecha (i.e. semillas, frutos, hojas, raíces).

### 3. PROPAGACIÓN VEGETAL

En las Escuelas de agricultura (ingenieros agrónomos e ingenieros técnicos agrícolas) de España la propagación vegetal constituye una asignatura dentro de las materias vinculadas a la Fitotecnia y a la Producción Vegetal. En ese sentido se ha venido impartiendo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de la Universidad Politécnica de Madrid, siguiendo el texto clásico de HUDSON T. HARTMANN y colaboradores. La propagación es el proceso de crear nuevas plantas, o el de multiplicarlas, perpetuar una especie o mantener las plantas en un estado de juventud (Bradley et al., 1998). La propagación vegetal incluiría de esa forma los métodos de multiplicación, tanto la multiplicación sexual y como la asexual. La multiplicación sería el conjunto de procesos seguidos para la obtención de una planta, similar o diferente a la original. En la multiplicación sexual interviene el proceso biológico de la reproducción. Mientras en la multiplicación asexual interviene o bien la reproducción vegetativa cuando esta ocurre de forma natural y espontánea; o bien, la reproducción vegetativa artificial o asistida por el hombre que permite con técnicas como el estaquillado, el acodo, el injerto y la micro propagación obtener nuevas plantas. En una misma dirección se presenta el libro de la *Royal Horticultural Society* editado por Alan Toogood y titulado en la versión española “Enciclopedia de la propagación de plantas” (Toogood, 2010), en este caso presentado por grupos de plantas, desarrollando en cada capítulo las técnicas de propagación típicas de cada grupo.

Inicia Hartmann su obra, recogiendo la propagación de plantas como una actividad de la agricultura que consiste en multiplicar las plantas y mantener sus cualidades únicas. Así define la agricultura como la práctica deliberada de propagar y hacer crecer plantas para uso humano. Más adelante dice que tanto la propagación de plantas (*plant propagation*) como la obtención de plantas (*plant breeding*) involucran la selección genética. La diferencia según él, es que la obtención de plantas trata de conseguir variabilidad genética de diferentes formas para la selección de nuevos tipos de plantas útiles al hombre. Mientras el papel de la propagación de plantas es multiplicar esos cultivares seleccionados y hacer eso de tal manera que se mantengan las características genéticas de la población original.

Se pueden obtener dos tipos de poblaciones: seminales y clonales. La población seminal es un grupo de plantas que se propagan a partir de una semilla originada desde la misma fuente parental, por lo que presentan un nuevo y único genotipo, este tipo de propagación permite a los mejoradores obtener nuevos tipos de plantas. En la propagación clonal todos los miembros de la población se han originado por propagación vegetativa, de una sola planta, y tendrá el mismo genotipo. El injerto sería un método de propagación vegetativa, los otros métodos son el estaquillado, el acodo, y las técnicas de micropropagación.

**La propagación vegetativa** es un mecanismo de reproducción asexual del que participan muchas especies en la naturaleza, y que responde a la necesidad de garantizar la supervivencia de la población y de los individuos sin la necesidad de completar la reproducción sexual. El resultado principal es que **los individuos así producidos son iguales, genéticamente, al parental y sería, con las técnicas actuales imposible diferenciar los hijos del padre**. Conocida esta mecanismo que de forma natural aparece, la agronomía la ha incorporado y ampliado en sus posibilidades, pudiéndose obtener la propagación desde un órgano, un tejido o una célula. Esto es posible porque muchas células vegetales contienen toda la información genética para el desarrollo de un individuo. Se dice entonces que son células **totipotentes**, como la habilidad de una célula individual de expresar su genoma completo.

Las células de la planta situadas en los ápices forman los meristemos primarios, se distinguen dos: El meristemo apical de raíz (RAM) y el meristemo apical del tallo (SAM), a partir de los cuales la planta va creciendo hacia abajo y hacia arriba. Si se eliminan, la planta dejará de crecer en el sentido del meristemo eliminado. Este tipo de células son en principio pluripotentes ya que o bien dan lugar a tejidos subterráneos o a tejidos aéreos.

Sin embargo, las técnicas de cultivo in vitro permiten que células pluripotentes expresen su totipotencia, el procedimiento se conoce como **embriogénesis somática**, ya que se obtiene una célula con la características de un embrión pero a partir de una célula somática. La posibilidad de obtener un individuo de esta forma va a depender de la edad de la planta donante, del tipo de tejido y del tamaño del tejido que se va a cultivar o explante. Puesto esa porción en un medio de cultivo y con las hormonas vegetales necesarias, normalmente auxinas, citoquininas y giberelinas, dará lugar o bien a un

proceso de organogénesis, generación de una parte de la planta, o de embriogénesis si se genera la planta completa.

Aplicando estas técnicas se pueden propagar grandes cantidades de plantas en muy poco tiempo. Permite la obtención de plantas libres de patógenos; plantas homocigotas, plantas en peligro de extinción, plantas aperinas, etc. El injerto va a ser como veremos más adelante un caso particular de propagación de plantas cultivadas.

España tiene reconocido el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (INSTRUMENTO de Ratificación del Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales de 2 de diciembre de 1961, revisado en Ginebra el 10 de noviembre de 1972, el 23 de octubre de 1978 y el 19 de marzo de 1991, hecho en Ginebra el 19 de marzo de 1991, publicado en el BOE de 20 de julio de 2007). En dicho convenio se diferencia el material según su uso. Establece la existencia de material de producción y material de reproducción o multiplicación.

Producción implica una novedad en el resultado final. Mientras la propagación de plantas implicaría que el material que se genera es el mismo que el original.





## **4. LA REPRODUCCIÓN DE PLANTAS**

Un cultivo se caracteriza por un conjunto de plantas dispuestas formando una estructura. En un cultivo las especies y las variedades cultivadas proporcionan el contenido genético y biológico, la estructura queda definida por la densidad, estructura espacial de las plantas, tamaño y estado de desarrollo (Connor et al., 2011). Por reproducción nos referimos a los procesos biológicos que permiten la supervivencia de las poblaciones de plantas, se incluyen los dos tipos que se encuentran en la naturaleza: Reproducción sexual y la Reproducción vegetativa. La primera es responsable de la variabilidad genética, mientras que la segunda es responsable del mantenimiento del genotipo.

### **Sobre el concepto de comunidad en agricultura**

La agricultura aplica los conceptos de comunidad de la ecología de la vegetación con una finalidad productiva. Desde el punto de vista de la ecología vegetal se contemplan dos puntos de vista sobre la comunidad (Terradas, 2001): 1) como un súper organismo o cuasi-organismo y 2) teoría individualista. Teoría individualista: las especies se distribuyen en función de sus necesidades individuales (véase Gleason, 1926), donde cada una persigue su propio beneficio, mientras su conciencia se debe a las condiciones ambientales propicias para cada una o a la influencia de otro organismo (véase las citas de Flahaut y Schropder, 1910: pág. 36 y ss).

### **Poblaciones de plantas**

La dinámica de la vegetación estudia los cambios debidos a la aparición o desaparición de individuos en una comunidad. Según la ecología de la vegetación los individuos pueden formar parte de una comunidad por nacimiento o por inmigración, y pueden desaparecer por muerte o emigración. En ecología agraria el agricultor controla esos cuatro flujos dando prioridad a un objetivo finalista de obtención de un rendimiento o de un bien determinado (véase Terradas 2001, pág. 486 y ss).

Según Terradas (2001) en la organización natural de las plantas la aproximación demográfica tiene un problema con la definición de individuo. Dice que una población se compone de un cierto número de individuos genéticos o genetes (Genets). A su vez cada uno de ellos está formado por unidades básicas que se denominan metámeros (un metámero es el conjunto de nudo, entre-nudo, hoja u hojas, y meristemo axilar (yemas). Los metámeros se agrupan formando módulos (o rametes que son capaces de dar lugar a un individuo nuevo) y estos a su vez forma las partes de la planta vástagos, ramas, etc. Terradas (2001), considera que la distinción entre genetes y rametes es importante desde el punto de vista de la variabilidad genética, es decir si proceden de reproducción sexual o reproducción vegetativa.

La regeneración de una especie vegetal es un proceso dinámico por el cual se incorporan nuevos individuos a la comunidad de plantas de forma que se compensan las pérdidas debidas a la mortalidad natural (Harper, 1977). La perpetuación de la comunidad vegetal y en particular de una especie depende principalmente de su regeneración, de modo que aquellas especies que no son capaces de regenerarse comprometen su continuidad y su presencia en el ecosistema (Gil et al., 2009). Los modos de regeneración, reproducción, propagación o perpetuación que poseen las especies vegetales pueden ser de dos tipos: por **vía sexual**, mediante semillas y común a todas las especies, o por **vía asexual**, agámica o vegetativa y que sólo determinadas especies poseen. La producción de semilla es el factor determinante en la regeneración sexual pues a través de ellas se permite la dispersión del nuevo material genético y de las nuevas plantas (Gil et al., 2009). La regeneración natural resulta en el incremento de la funcionalidad del ecosistema y de la estructura en la diversidad de especies vegetales y la disponibilidad de un hábitat.

Para que una formación vegetal permanezcan presenten en un ecosistema es necesario que la regeneración natural de sus especies vegetales esté garantizada. Ello no sólo implica una abundante generación de semilla por parte de los individuos adultos, sino también una participación activa de la fauna silvestre, que repercuten de forma directa en la probabilidad de regeneración de la comunidad (González, 2012). La regeneración de cualquier especie vegetal se debe considerar como una serie concatenada de procesos, cada uno de los cuales puede influir en el resultado final (Schemske et al., 1994). El éxito depende del cumplimiento conjunto y sucesivo de las diferentes etapas que lo constituyen, de modo que el fallo de un solo eslabón de la

cadena puede significar el fracaso en el proceso de regeneración (Jordano y Herrera, 1995). En el caso de las plantas cultivadas, se ha podido modificar ambas fases, enfocadas a un aseguramiento de la cosecha y a la obtención de la mayor utilidad. Tanta ha sido la intervención, que numerosas plantas cultivadas, son a día de hoy inviables en la naturaleza sin ningún tipo de intervención humana.

En comunidades naturales de plantas, la incorporación de plántulas depende de factores bióticos y abióticos, factores que pueden provocar un importante número de pérdidas en el número potencial de individuos nuevos (Jordano y Herrera, 1995). La agricultura, controlando esos factores, ha permitido disminuir la dependencia del número de individuos, rentabilizando la regeneración, que hoy en día como es en el caso de plantas injertadas tener eficiencias por debajo de la unidad.

### **Estructura y población**

El número de individuos presente en un cultivo vendrá determinado por factores relacionados con su contenido genético y estructural. De tal forma que la estructura puede condicionar a la población. La estructura a su vez va a depender de la capacidad del individuo de cubrir y desplegar toda su área foliar en el espacio que se le ha asignado. El agricultor controla la estructura de la población mediante el marco de plantación. Cuando emplea plantas que presentan un mayor vigor de crecimiento puede reducir el número de plantas por unidad de superficie para lograr un mismo volumen de cubierta vegetal (*canopy* en inglés).



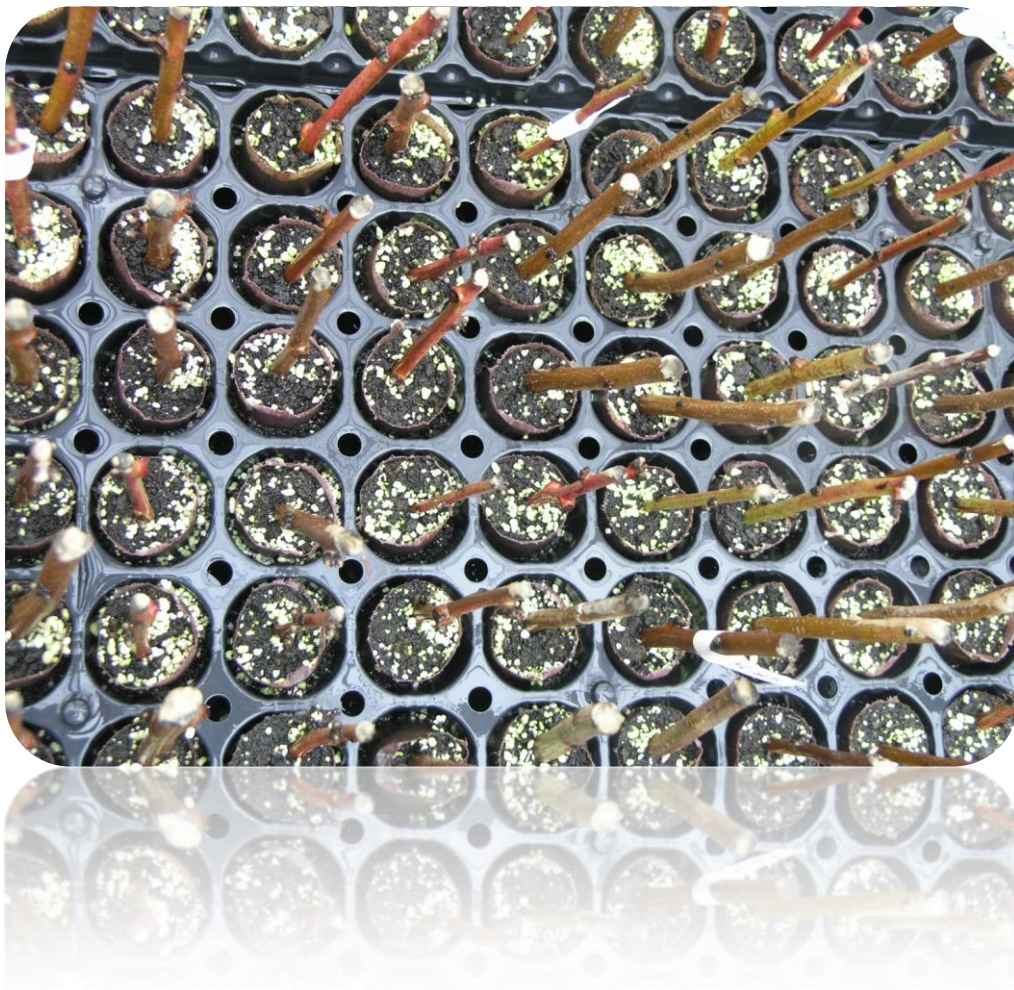
## 5. MULTIPLICACIÓN VEGETAL

La multiplicación puede incluir la reproducción, sexual o asexual, y puede dar lugar finalmente a una producción de plantas o semillas. La multiplicación se ha empleado para designar a la obtención de plantas a partir de uno o unos únicos parentales. La multiplicación hace referencia a las operaciones y técnicas que se emplean para reproducir plantas, normalmente por el hecho de obtener un número mayor de individuos que los parentales, no obstante, no hay un criterio común en la literatura. Así por ejemplo, Boix (2012), referido a la obtención de plantas de vivero ornamentales, cuando habla de la producción de plantas establece que la multiplicación sexual o por semillas es la reproducción y la multiplicación asexual o vegetativa es la propagación. Entiende la profesora Boix que la multiplicación es una técnica utilizada para la producción de plantas, especies o variedades; establece además que no es correcto utilizar indistintamente los términos: reproducción, multiplicación y propagación como procesos semejantes en la obtención de plantas, propone que se hable de reproducción a la producción de plantas a partir exclusivamente de semillas; y propagación cuando se obtiene las plantas a partir de porciones vegetales. Desconocemos donde sitúa la reproducción vegetativa, al menos desde el punto de vista de la reproducción natural. No obstante, dice que “la multiplicación es un término más general y por ello debemos hablar de multiplicación sexual, cuando se trata de obtener plantas a partir de semillas, y de multiplicación asexual o vegetativa, si es a partir de órganos vegetales” (Boix, 2012:87). En este mismo sentido se pronuncian otros autores (Sotes, 1977). Específicamente la multiplicación de plantas hortícolas la tratan Boutherin y Bron (1994), versión en castellano del texto francés “*Multiplication des plantes horticoles*” (Boutherin y Bron, 1989) ampliada con la tercera edición de 2013, estos autores también lo aplican a la multiplicación de plantas ornamentales (Boutherin, 1994), posteriormente en la edición del año 2005 hablan estos mismos autores de forma más general como “reproducción de plantas hortícolas” (Boutherin y Bron, 2005), el cambio está motivado por el cambio en la editorial, ya que sigue siendo un tratado eminentemente técnico y práctico al que entendemos está más orientado el término multiplicación que el más general de reproducción de plantas. Estructurado en tres grandes temas: la multiplicación sexual, la multiplicación vegetativa y la producción de plantas jóvenes. Al tratar los aspectos técnicos y agronómicos de la reproducción aplicada a la obtención de plantas los autores



utilizan adecuadamente el término multiplicación, dejando la reproducción como término biológico del proceso empleado.

Por ejemplo si leemos el Real Decreto 1256/2010, de 8 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 929/1995, de 9 de junio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de control y certificación de plantas de vivero de frutales (BOE de 9 de octubre de 2010), encontramos 70 referencias a multiplicación frente a una a propagación. En el artículo 4 dice que el Material de multiplicación está formado por: “las semillas, partes de plantas y plantas, incluidos los portainjertos, destinados a la multiplicación y producción de frutales”. Puede entenderse que el reglamento utiliza multiplicación como sinónimo de propagación. Es común en la literatura en lengua española traducir el término “propagación” por multiplicación (Maroto, 2008; Álvarez, 2011).





## 6. DEFINICIÓN Y PROCESO DEL INJERTO EN PLANTAS

La definición más aceptada de injerto en plantas es la dada por Hartmann en la primera edición de su tratado: “*Plant propagation*” de 1959, del que se llevan ocho ediciones (Hartmann et al., 2011), trabajo que a fecha de junio de 2014 contaba con 3660 citas en artículos referidos en el Google académico. Para Hartmann “**el injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta**” (Hartmann et al., 1991). En una versión en castellano dice: “*Injertar es el arte de unir entre sí dos porciones de tejido vegetal de tal manera que se unan y posteriormente se desarrollen como una sola planta*” (Hartmann y Kester, 1998). El injerto se encuadra como una técnica dentro de la propagación asexual de plantas, y puede involucrar a más de dos plantas que finalmente se desarrollan como una sola. Dice Krikorian (1991: p 97) “*la propagación artificial mediante injertos y gemación es un ejemplo extremo de multiplicación asexual o clonal que es al mismo tiempo quimérica; en este caso, el tronco y el cogollo de un vástago o yema son las unidades de crecimiento clonal que se hacen vivir en el sistema radical de otra planta.*”

Mudge (2008) recoge que “*injertar se refiere a la fusión natural o deliberada de partes de plantas, estableciéndose una continuidad vascular entre ellas, resultando una unidad compuesta que funciona como una sola planta*”. Miguel y Cebolla (2005) dicen “*el injerto es una práctica que permite cultivar una planta con la raíz dentro de otra. Normalmente el sistema radicular que se utiliza, el del porta injerto o patrón, es resistente a alguna enfermedad presente en el suelo a la que la planta cultivada es sensible. Pero también se utiliza el injerto como medio de proporcionar un mayor vigor y producción a la planta cultivada, aprovechando el mayor desarrollo y vigor del sistema radicular del patrón*”. Este último extremo se está extendiendo en las hortalizas injertadas, de tal forma que se aumenta el número de tallos por planta que se desarrollan aumentando los marcos de plantación y por tanto disminuyendo el número de plantas por unidad de superficie.

Las finalidades del injerto, tanto para plantas de tipo leñoso como herbáceas, son (Hartmann et al., 1991; Lee 2003):

- Perpetuar clones,
- Cambiar los cultivares de plantas ya establecidas,

- Acelerar la madurez reproductora de selecciones de plántulas obtenidas por hibridación,
- Obtener formas especiales de crecimiento de las plantas,
- Estudiar enfermedades virales,
- Obtener beneficios de ciertos patrones.

El injerto como proceso de multiplicación de plantas tiene un bajo rendimiento. Si inicialmente suponía una eficiencia del 50%, es decir se empleaban dos plantas una como patrón y otra como injerto. Esta relación entre número de plantas utilizadas y plantas injertadas obtenidas ha ido aumentando. En la idea como, ocurre con el material leñoso, tener las llamadas plantas madres que serían las dadoras de las partes de la planta empleadas.

Para Camacho y Fernández (2000) el injerto se ha utilizado en sandía como método de multiplicación de sandía sin semilla. Continúan diciendo que la forma de obtenerlos es a partir de los brotes obtenidos de la germinación in vitro de semillas triploides, después de su multiplicación se injertan sobre patrones correspondientes para producir plantas clonales injertadas listas para trasplantar.

El injerto es una técnica conocida por los agricultores desde la antigüedad. Para el caso de las hortalizas su uso se generaliza en el este asiático a principios del siglo XX, así se recoge en Japón y Corea la descripción del injerto de sandía sobre patrón de *Curcubita moschata*, con el objetivo de evitar el marchitamiento de la planta causados por *Fusarium* (Kubota *et al.*, 2008; Ozores-Hampton *et al.*, 2014). Su uso se extendió rápidamente a otras especies principalmente pepino y tomate (Hoyos, 2007). En España el injerto en hortalizas empieza a tener interés comercial a finales de los años 70 (Hoyos, 2012). Se estima que en año 2004 en España se alcanzó la cifra de más de 100 millones de plantas injertadas (Hoyos, 2007). Posteriormente, no hay más registros oficiales, los valores estimados dicen que hay cierta variabilidad según los años y la demanda de planta, aunque se han podido alcanzar producciones cercanas a los 140 millones de plantas al año en España (Lee *et al.*, 2010). En el caso del tomate puede que se hayan alcanzado la producción de 75 millones de plantas (Hoyos, 2012).

## Tipos de patrones

El injerto requiere el cumplimiento de tres procesos: (i) cohesión entre el patrón y la variedad; (ii) proliferación del callo en la unión; y (iii) diferenciación vascular con la formación del xilema y el floema. Por lo que es necesario que exista una afinidad entre patrón y variedad. Los injertos entre plantas del mismo género y especie presentan afinidad, incluso aunque sean variedades diferentes.

Traemos aquí esta referencia ya que las características del patrón empleado van a modificar la agronomía del cultivo. En función del efecto que producen sobre el injerto, se habla de patrones vigorizantes y patrones enanizantes. En el caso de patrones vigorizantes y de gran desarrollo radicular está permitiendo modificar los marcos de plantación, aumentando la distancia entre plantas y aumentando el número de brazos. Pasar de dos brazos a tres, supone pasar de usar dos plantas por metro cuadrado (para un marco de 1 m de distancia entre líneas y 0.5 m entre plantas) a 1,5 plantas por metro cuadrado (para un marco de 1 m de distancia entre líneas y 0.67 m entre plantas), cambiando de 4 a 4,5 brazos por metro cuadrado, se consigue una reducción del 25% en el número de plantas necesario. Es difícil cuantificar este cambio, pero podemos decir que hay una tendencia a la reducción del número de plantas por metro cuadrado empleando plantas más vigorosas con un mayor número de brazos.

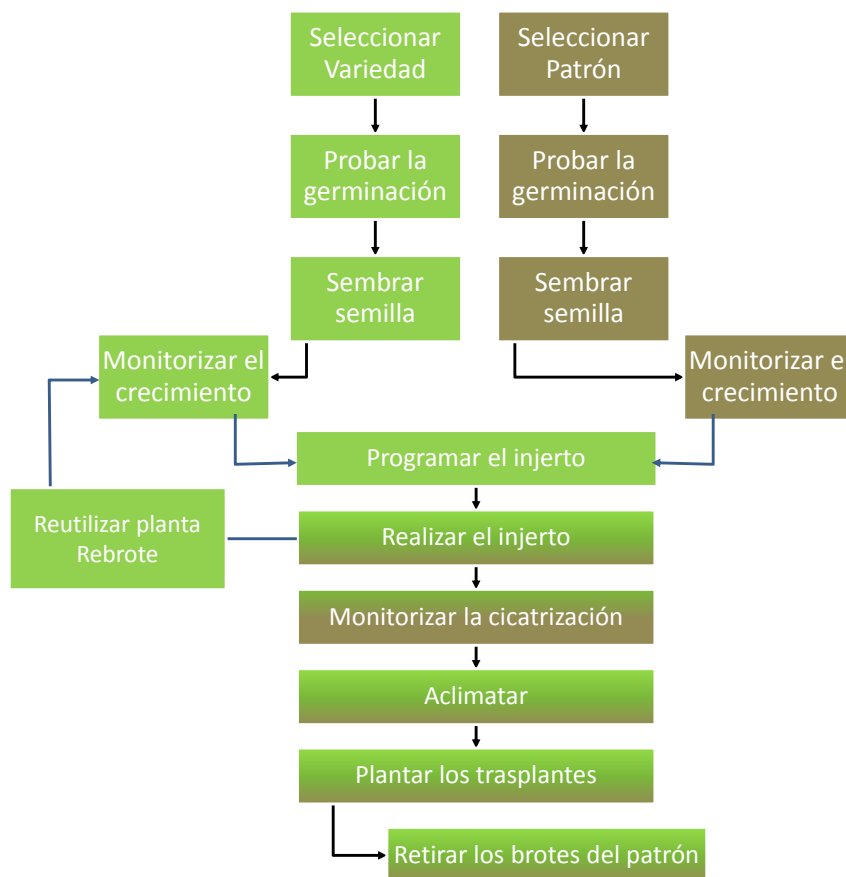
Puede ocurrir el caso contrario, el empleo de patrones enanizantes. Este tipo de patrones están siendo más utilizados en la producción de plantas ornamentales o para la producción de plantas en los llamados “huertos urbanos” un sector incipiente en nuestro país pero que está dispuesto a pagar un valor elevado por planta.

En el caso del tomate el patrón más utilizado es del tipo llamado KNVF que son cruzamientos de *Lycopersicum esculentum* × *Lycopersicum hirsutum*, muy vigorosos y con una amplio espectro de resistencias. En este sentido los agricultores han ido eligiendo portainjertos que aportan más vigor, así entre los más utilizados: Maxifort, Beaufort, Emperador, Multifort y He-man; Maxifort al proporcionar más vigor al injerto permite conducir la planta a dos y tres guías y reducir la densidad de la plantación, ahorrando en número de plantas y reduciendo los costes de cultivo, por eso su uso se ha extendido rápidamente entre los productores de tomate (Lee, 2003; Leonardi y Romano, 2004; Hoyos, 2012).

Para el caso de la familia de las cucurbitáceas los patrones híbridos proceden del cruce de dos calabazas *Curcubita maxima* Duch x *Curcubita moschata* Duch, comercializándose como tales Brava, RS 841, Shintozwa, Hongtozwa, Figleaf gourd, Bottle gourd (*Lagenaria siceraria* L.), Wax gourd, Star cucumber o African horned (AH) cucumber (*Cucumis metuliferus* E. Mey. ex Naud). En sandía el más empleado es el injerto sobre híbridos de calabaza como RS841, Shintoza y en menor proporción 64-13 RZ®. En melón además se emplean Ferro RZ® y Strongtosa. Y en pepino también Azman, Hércules y Titán.

### **Definición y proceso del injerto en plantas**

Entre los métodos de injertos de plantas hortícolas los más empleados son: el de aproximación y el de empalme o descabezado (Lee, 2003). El primero se utiliza en cucurbitáceas, en el proceso de soldadura se mantienen los dos sistemas radicales, de la variedad y del patrón, una vez que el injerto ha tenido éxito se eliminan la parte aérea del patrón y la radical de la variedad. En este caso de las dos plantas iniciales se obtiene una sola, ya que la parte aérea del patrón se pierde y la parte radical de la variedad también se echa a perder, dado que normalmente ambos sistemas compartían el mismo espacio, su posible aprovechamiento o bien pondría en riesgo el propio injerto o necesitaría realizarse en alveolos o lugares diferentes. En este caso la eficiencia del injerto es de dos a uno. El segundo, el injerto de descabezado, en solanáceas, en este caso las dos plantas son cultivadas en sitios diferentes, en función del vigor de cada planta, se siembra el patrón en la bandeja definitiva y, la variedad en otro lugar, una vez que ambas plantas presentan la misma sección de tallo, éstas podrán injertarse. Se corta el portainjertos, y se desecha la parte aérea, donde se une con la parte del tallo o las yemas de la variedad (Figura 3). De la variedad la parte radical sigue activa y puede ser viable, en este caso utilizándose directamente o esperando un rebrote para la generación de nuevos tallos, este sistema puede permitir incrementar la eficiencia del injerto. En el mejor de los casos la eficiencia alcanzada sería de dos a dos, de dos plantas se obtiene una planta injertada y otra se mantiene en su forma original, en este último caso esa planta que se mantiene ni se ha reproducido ni se ha multiplicado.



**Figura 3. Diagrama de flujo del proceso para la producción de tomates de injerto**  
**Fuente: adaptado de Ozores-Hampton et al. (2014).**

Para obtener una planta injertada se necesita una planta patrón y la variedad. Inicialmente la mayoría de las técnicas de injerto utilizaban plántulas en los primeros estadios de crecimiento tanto para el patrón como para la variedad por lo que de cada dos plantas se obtenía una nueva injertada, es decir una eficiente multiplicativa de 0,5. Para reducir costes de producción se hay ido trabajando con partes de la planta variedad provenientes de meristemas apicales. Es difícil dar un valor de efectividad, pero podemos decir que de una planta variedad podemos obtener entre tres y cuatro injertos. No sabemos, si como ocurre con especies de tipo leñoso, se pueda llegar a tener bancos de plantas madres, y obtener así un gran número de plantas injertadas procedentes de un único individuo. Creemos que este es un objetivo de las empresas productoras en los próximos años.

En el caso del patrón la técnica es algo más compleja, ya que habría que pasar seguramente por un proceso de organogénesis, pero puede ser interesante. Si se resuelven económicamente y fisiológicamente estos inconvenientes la eficiencia de la multiplicación vía injerto pronto superaría la unidad. Esto quiere decir que a partir de ese

momento la producción de planta injertada sería mayor al número de plantas empleadas a su elaboración.

La Universidad de Ohio (estados Unidos) ha elaborado un calculador del número de semillas necesarias para obtener las plantas injertadas para una determinada calidad o vigor (<http://hcs.osu.edu/vpslab/seed-grafted-plant-calculator>), fijado el número de plantas que se desea tener en campo o en el invernadero se calcula en número de semillas de la variedad y del portainjerto a partir de la siguiente información (Bumgarner y Kleinhenz, 2014): Porcentaje de plantas injertadas de alta calidad adecuadas para la producción de fruto (normalmente entre 80%-90%), porcentaje de plantas que sobreviven a los 14 días (en porcentaje varía según el manejo de las plantas en el vivero), porcentaje de semillas adecuadas para el injerto; y porcentaje de semillas que emergen después de 21 días. Este calculado parte de la base del uso de una planta patrón y una planta variedad para producir una planta injertada, no considera otras posibilidades. En el mejor de los casos si todos los porcentajes se mantienen en el 100% la necesidad sería 100 semillas patrón y otras 100 semillas variedad para producir 100 plantas injertada; en el extremo si los cuatro porcentajes fueran del 90% serían necesarias 152 semillas de patrón y 152 semillas de variedad para obtener 100 plantas, es decir la eficiencia del injerto (plantas injertadas dividido por el número total de semillas necesarias) sería en este caso del 33%; por lo que para el productor de plantas injertadas va a ser muy importante cuidar todo el proceso para obtener porcentajes de éxito elevados en cada paso. El coste repercutido por las semillas necesarias más el proceso va a ser alto en la planta injertada. En ese sentido es importante estudiar el comportamiento de la variedades con los patrones, así por ejemplo Camacho y Fernández (2014) en su trabajo con sandía y las variedades Reina de Corazones, Boston y Tigre con los patrones de *Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima* (RS-841, TZ-148, Brava y Shintoza) concluye que es una excelente combinación tanto por la producción obtenida como por el valor del prendimiento de los injertos (97,7% al 99%).

### **Consideración botánica de la especie/variedad a las que pertenece la planta injertada.**

Como ya se ha definido anteriormente la planta injertada se constituye por varias plantas de naturaleza, variedad o especie, distintas que presentan afinidad para ser



injertadas, esto es, unidas entre sí. Una vez que se consigue el injerto, la planta obtenida es diferente a las originales. El sistema radical, vendrá definido por la especie o variedad que se ha utilizado como portainjerto, y su clasificación y características botánicas vendrá definidas por este. Por otro lado el injerto, tendrá que ser clasificado según las características botánicas de la planta que ha dado lugar a la parte aérea.

En el injerto no se produce ningún intercambio de material genético entre las plantas, cada célula, del patrón y el injerto, conservan su propia identidad (Camacho y Fernández, 2000). La unión se produce en dos fases: en la primera se produce una reacción de compatibilidad entre los tejidos y otra en la que se completa la unión vascular.

La planta injertada puede presentar un comportamiento diferente al comportamiento que expresarían cada una por separado, estas modificaciones son (Hartmann et al., 2002):

- Reacciones de incompatibilidad.
- Resistencia a enfermedades.
- Tolerancia a ciertas características meteorológicas o del suelo.
- La interacción entre patrón y variedad puede producir alteraciones de desarrollo de la planta y afectar al tamaño del fruto o a su calidad.

El objetivo que se persigue es mayor vigor de la planta injertada y mayor producción (Louvét, 1974). No se observa una modificación del desarrollo que la variedad injertada presenta sobre el patrón. Sin embargo si puede haber intercambio de compuestos sintetizados entre injerto y patrón. El caso más citado es el injerto de tomate sobre *Datura stramonium* al encontrarse alcaloides producidos por el portainjerto en los frutos del tomate. El portainjerto también puede modificar la absorción de nutrientes y por ellos modificar la respuesta de la planta injertada.

La Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2009), dice en lo que respecta a las plantas injertadas:

*RECOMIENDA que:*

- a) las plantas injertadas sólo se consideren reproducidas artificialmente si tanto el rizoma como el injerto se han extraído de especímenes que se han reproducido artificialmente, de conformidad con la definición anterior; y*
- b) los especímenes injertados compuestos de taxa de Apéndices diferentes se traten como especímenes del taxón incluido en el Apéndice más restrictivo.*

*Es decir deben nombrarse por el taxón más restrictivo, considerando que este documento es para la protección de especies amenazadas es lógico que establezca es mínimo nomenclátor. Sin embargo, lo común es que se nombre según los taxones que intervienen.*

**Posibilidad de demostración o prueba, una vez efectuado el injerto, de la especie/variedad injertada sobre el patrón o porta-injerto.**

Igual que cualquier otra variedad, para asegurar que se trata de injerto habrá que examinar tanto la parte aérea como la parte radicular de la planta. La catalogación del injerto, parte aérea, es fácil ya que se puede hacer o bien identificando las partes de la planta hojas, flores y frutos o por medios histológicos, no es necesario llegar a la determinación del ADN como método de caracterización. Así en injertos leñosos normalmente la planta injertada se cataloga por el injerto y no por el patrón, normalmente además el mantenimiento de las características de esta planta se establece sobre un patrón o porta injertos de referencia.

La identificación del patrón puede ser más compleja, ya que forma solo la parte radical de la planta injertada, por lo que habrá que acudir a pruebas histológicas de los tejidos o al ADN para su caracterización.

**Consideración del injerto como forma de “producción”; “reproducción”; “multiplicación” o “propagación” de la planta.**

Como se ha visto anteriormente, la mayoría de autores catalogan el injerto como un caso particular de propagación de plantas. Algunos autores, especialmente aquellos que trabajan con cultivos leñosos, lo incluyen dentro de la multiplicación. En el caso de injertos de plantas herbáceas, debemos entender el injerto como un caso particular de multiplicación en el cual el factor multiplicador puede ser inferior a la unidad. Así por ejemplo si para formar una planta injertada se emplea un patrón y un injerto, desechándose las partes no utilizadas, en un caso el sistema aéreo y en otro el sistema radical, tenemos que de dos plantas se obtiene una sola planta. Cabe la posibilidad, y sobre todo para la obtención de yemas que se trate de una planta de la cual se extraen más de una yema para dar lugar a más de un injerto, utilizando tantas patrones como

plantas injertadas vaya a realizarse, la proporción de plantas obtenidas sigue la fórmula  $n/(n+1)$ , siendo “n” el número de plantas formadas o patrones utilizados. Esta proporción cambia y podrá ser mayor de la unidad si de una misma planta se puede obtener más de un portainjerto. En el proceso del injertado, especial atención merece el material no utilizado en el injerto: en un caso tenemos la parte aérea, del patrón que se ha utilizado, que tendrá interés su puesta a enraizar de nuevo para mantener la planta, si es así podría dar lugar después a mas portainjertos o si no utilizarse para reproducir el material y obtener nuevos individuos que puedan emplearse para hacer más injertos. Sobre el material sobrante del injerto, su viabilidad puede ser mayor si se mantienen o bien yemas axilares o cualquier otro meristemo de crecimiento, permitiendo el crecimiento, o rebrote, de la planta original, en este caso no ha habido participación de ningún proceso nuevo por lo que la planta original sigue siendo la misma, no obstante su mantenimiento da lugar a lo que llamamos plantas madres, cuando su objetivo es producir yemas o porciones para injertar más patrones. El injerto se sitúa en todos los tratados como una técnica de propagación y multiplicación de plantas, sin embargo es más difícil entenderla como una “reproducción” ya que para obtener plantas injertadas es necesario reproducir sexualmente (por semillas) o bien asexualmente (por vía vegetativa) previamente tanto el patrón como la variedad injertada. Si utilizamos una planta injertada para reproducirla sexualmente, por semillas, obtendríamos un producto de la reproducción solo de la variedad que forma el injerto y no de esa planta “quimérica” original. Lo mismo ocurriría si queremos una reproducción vegetativa, en este caso podremos obtener plantas que sean idénticas al patrón o a la variedad, pero no la planta original a no ser que la sometamos al proceso de injertado, ensamblado, de ambas partes y de igual forma a como se hizo en su origen.

Por otro lado si existe la planta injertada como “producción”, incluso cabría hablar del injerto como un producto en sí mismos, es decir sin intervención del proceso de producción, llámese proceso de injertado, no tendremos la planta injertada. El injerto es entonces el producto de un proceso de multiplicación o propagación singular ya que el resultado no es la multiplicación de la planta patrón y de la planta variedad injertada, sino de la combinación de ambas, e incluso en algunos casos de más de dos plantas.

## REFERENCIAS

- Álvarez, M. 2011. Multiplicación de plantas. Albatros, Buenos Aires, 96 pp.
- Boix Aristu, E. 2012. Operaciones básicas en viveros y centros de jardinería. Editorial Paraninfo, Madrid, 218 pp.
- Boutherin, D. 1994. Multiplicación de plantas ornamentales. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 225 pp.
- Boutherin, D., Bron, G. 1989. Multiplication des plantes horticoles. Tec & Doc, Paris Lavoisier, Paris, Francia, 212 pp. (para la 3ª edición de 2013 y 276 pp).
- Boutherin, D., Bron, G. 1994. Multiplicación de plantas horticolas. Editorial Acribia. Zaragoza, España, 292 pp.
- Boutherin, D., Bron, G. 2005. Reproducción de las plantas horticolas. Omega, Barcelona, España, 280 pp.
- Bradley et al., 1998. Arizona Master Gardener Manual. Arizona Cooperative Extension, College of Agriculture, The University of Arizona.
- Bumgarne, N.R., Kleinhenz, M. 2014. Grafting guide. A pictorial guide to the cleft and splice graft methods as applied to tomato and pepper. Ohio State University Extension, Ohio. Disponible en: <http://web.extension.illinois.edu/smallfarm/downloads/50570.pdf>
- Camacho Ferre, F.; Fernández Rodríguez E.J. 2000. [El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo español](#). Caja Rural de Almería, Almería, 316 pp.
- Camacho Ferre, F.; Fernández Rodríguez E.J. 2014. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en Almería. Caja Rural de Almería, Almería. Disponible en: [http://www4.cajamar.es/servagro/sta/publicaciones/sandia/publ9708\\_homepage.htm](http://www4.cajamar.es/servagro/sta/publicaciones/sandia/publ9708_homepage.htm)
- Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestres 2009. [Decimoctava reunión del Comité de Flora](#). Buenos Aires (Argentina), 17-21 de marzo de 2009.
- Echevarría, P.H., Rodríguez Castro A., Vivaracho S.M. y Vallejo, A.D. 2004. **Influence of rootstocks and soil treatment on the yield and quality of greenhouses-grown cucumbers in Spain**. Acta Horticulturae 633: 403-408. Proc. XXVI IHC-Protected Cultivation 2002. Toronto (Canada), agosto 2002.
- González, R. 2012. Estudio de la selección y desplazamiento de bellotas por roedores bajo diferentes condiciones lumínicas y de microhábitat: implantación en el regenerado natural del género Quercus. Trabajo fin de carrera. ETSI Montes (UPM).
- Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London.
- Hartmann H.T., Kester D.E, Davies F.T. jr., Geneve, R.L. 2002. Plant propagation: Principles and practices. 7th Edition. Pearson education, New jersey.
- Hoyos Echevarría, Pedro (2012) [El injerto en pepino corto tipo español \(Cucumis sativus L.\) recomendaciones para su empleo en la zona central española](#). Tesis(Doctoral), E.T.S.I. Agrónomos (UPM).
- Hoyos, P. 2007. Situación del injerto en horticultura en España: especies, zonas de producción de planta, portainjertos. Horticultura, 199, 12-25.
- Hoyos, P. y A. Rodríguez., 2002. **Influence of different plant densities on yield and quality of greenhouse-grown cucumbers grafted on Shintoza (Cucurbita maxima x Cucurbita moschata)**. Acta Horticulturae 588: 63-67. Proc. 2<sup>nd</sup> IS on Cucurbits. Tsukuba (Japón), octubre 2001.
- Hoyos, P., 2001. **Influence of different rootstocks on yield and quality of greenhouse grown cucumbers**. Acta Horticulturae 559: 139-143. Proc. 5<sup>th</sup> Protect. Cult. Mild Winter Clim. Cartagena (España), marzo 2000.

- Jordano, P., Herrera, C.M. 1995. Shuffling the offspring: Uncoupling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal. *Écoscience*, 2: 465-492.
- Krikorian, A.D. 1991. Propagación clonal in vitro (capítulo 5). En Roca, W., Mronginski, I.A. (eds.), *Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones*. CIAT, Cali, Colombia, 96-125.
- Kubota, C., McClure, M. A., Kokalis-Burelle, N., Bausher, M. G., Roskopf, E. N. 2008. Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America. *HortScience*, 43(6), 1664-1669.
- Lee, J-M. 2003. Advances in vegetable grafting. *Chronica Horticulturae* 43: 13-19.
- Lee, J-M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z., Hoyos Echevarría, P., Morra, L., Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: Difusión, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae* 127:93-105.
- Leonardi, C., D. Romano. 2004. Recent issues in vegetable grafting. *Acta Hort.* 631: 163-174.
- Maroto, J.V. 2008. *Elementos de horticultura general*. Mundi-Prensa, Madrid, 478 pp.
- Ozores-Hampton, M., Zhao, X., Ortez, O., 2010. Introducción a la Tecnología de Injertos a la Industria de Tomate en la Florida: Beneficios Potenciales y Retos. Departamento de Horticultural Sciences, Universidad de la Florida (UF/IUFAS). Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS118700.pdf>
- Real Decreto 170/2011, de 11 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento general del registro de variedades comerciales y se modifica el Reglamento general técnico de control y certificación de semillas y plantas de vivero. [BOE](#) 37/2011 de 12 de febrero.
- Sotes Ruiz, V. 1977. [Multiplicación de la vid](#). Monografías de la Escuela Técnica Superior de ingenieros Agrónomos, Universidad politécnica de Madrid, Madrid, 107 pp.
- Terradas, J. 2001. *Ecología de la vegetación: De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*. Omega, Barcelona, 703 pp.
- Toogood, A. 2010. *Enciclopedia de la propagación de plantas*. Royal Horticultural Society. Blume, Barcelona, 320 pp.

## ANEXOS

### 1.- Definiciones según los diccionarios de la Real Academia Española y de la Real Academia de Ingeniería

Diccionario de la Real Academia Española	Diccionario Español de Ingeniería de la Real Academia de Ingeniería
<p><b>Injerto</b> (Del lat. <i>insertus</i>, introducido).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. m. Parte de una planta con una o más yemas, que, aplicada al patrón, se suelda con él.</li> <li>2. m. Acción de injertar.</li> <li>3. m. Planta injertada.</li> <li>4. m. Med. Fragmento de tejido vivo que se implanta en una parte del cuerpo para reparar una lesión, o con fines estéticos.</li> </ol> <p>~ de cañutillo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. m. injerto que se hace adaptando al tronco del patrón un rodete o cañuto de corteza con una o más yemas.</li> </ol> <p>~ de corona, o ~ de coronilla.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. m. injerto que se hace introduciendo una o más púas entre la corteza y la albura del tronco del patrón.</li> </ol> <p>~ de escudete.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. m. injerto que se hace introduciendo entre el líber y la albura del patrón una yema con parte de la corteza a que está unida, cortada esta en forma de escudo.</li> </ol> <p><b>Injertar</b> (Del lat. <i>insertāre</i>).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tr. Implantar un injerto.</li> </ol>	<p><b>Injerto</b> Tres Marcas: Marca: Agronomía Equivalente inglés: <i>graft; grafting</i> Definición:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arte de conectar dos porciones de la misma o diferente plantas de manera que se unan y se desarrollen como una sola planta.</li> </ol> <p>Definición:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Porción de tallo utilizada en el injerto que proporciona la parte aérea.</li> </ol> <p>Marca: Modelización, Simulación y Biomecánica Equivalente inglés: <i>graft</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implantación, sobre un individuo, de una porción de tejido o de órgano extraída de él mismo o de otro individuo.</li> <li>2. Porción de tejido o de órgano injertado.</li> </ol> <p>Por la entrada o marca: Selvicultura Equivalente inglés: <i>graft; topwork</i> Definición:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Unión de una estaca o púa a un patrón o portainjerto, de modo que se suelden y crezcan ambos juntamente como si fuera un solo individuo</li> <li>2. Equivalente inglés: scion Segmento de una planta, por lo común un tallo o una yema, que mediante esta técnica se fija al patrón.</li> </ol>
<p><b>Propagar</b> (Del lat. <i>propagāre</i>).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tr. Multiplicar por generación u otra vía de reproducción. U. t. c. prnl.</li> <li>2. tr. Hacer que algo se extienda o llegue a sitios distintos de aquel en que se produce.</li> <li>3. tr. Extender, dilatar o aumentar algo. U. t. c. prnl.</li> <li>4. tr. Extender el conocimiento de algo o la afición a ello. U. t. c. prnl.</li> </ol>	<p><b>Propagar</b></p> <p>La entrada no aparece. Alternativamente encontramos:</p> <p><b>Propagación</b> Marca: Agronomía Equivalente inglés: <i>routing; spread</i></p> <p>Definición: Evolución de una característica de corriente con la distancia.</p>

<p><b>Multiplicar</b> (Del lat. multiplicāre).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tr. <i>Aumentar el número o la cantidad de cosas de la misma especie.</i> U. t. c. intr. y c. prnl., especialmente hablando de lo que se multiplica por generación. U. t. en sent. fig.</li> <li>2. tr. Mat. Hallar el producto de dos factores, tomando uno de ellos, llamado multiplicando, tantas veces por sumando como unidades contiene el otro, llamado multiplicador.</li> <li>3. tr. Mat. Realizar esta operación con expresiones algebraicas.</li> <li>4. tr. Mec. Aumentar el número de vueltas de una pieza giratoria mediante un engranaje en el que esta tiene una rueda con un número de dientes menor que otra que actúa sobre ella.</li> <li>5. prnl. Afanarse, desvelarse.</li> </ol>	<p><b>Multiplicar</b></p> <p>La entrada no aparece.</p>
<p><b>Producción</b> (Del lat. <i>productiō</i>, -ōnis).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. f. Acción de producir.</li> <li>2. f. Cosa producida.</li> <li>3. f. Acto o modo de producirse.</li> <li>4. f. Suma de los productos del suelo o de la industria.</li> </ol>	<p><b>Producción</b></p> <p>Marca: Agronomía Equivalente inglés: <i>production; yield; harvest</i></p> <p>Definición: Acción de dar, llevar, rendir fruto los terrenos.</p> <p>Definición: Id de rentar, redituar interés, utilidad o beneficio anual.</p>
<p><b>Producir</b> (Del lat. <i>producēre</i>).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tr. Engendrar, procrear, criar. Se usa hablando más propiamente de las obras de la naturaleza, y, por ext., de las del entendimiento.</li> <li>2. tr. Dicho de un terreno, de un árbol, etc.: Dar, llevar, rendir fruto.</li> <li>3. tr. Dicho de una cosa: Rentar, redituar interés, utilidad o beneficio anual.</li> <li>4. tr. Procurar, originar, ocasionar.</li> <li>5. tr. Fabricar, elaborar cosas útiles.</li> <li>6. tr. Der. Dicho de una persona: Exhibir, presentar, manifestar a la vista y examen aquellas razones o motivos o las pruebas que pueden apoyar su justicia o el derecho que tiene para su pretensión.</li> <li>7. tr. Econ. Crear cosas o servicios con valor económico.</li> <li>8. prnl. Explicarse, darse a entender por medio de la palabra.</li> </ol>	<p><b>Producir</b></p> <p>La entrada no aparece.</p>
<p><b>Reproducir</b> 1. tr. Volver a producir o producir de nuevo. U.</p>	<p><b>Reproducir</b></p>



<p>t. c. prnl.</p> <p>2. tr. Volver a hacer presente lo que antes se dijo y alegó.</p> <p>3. tr. Sacar copia, en uno o en muchos ejemplares, de una obra de arte, objeto arqueológico, texto, etc., por procedimientos calcográficos, electrolíticos, fotolitográficos o mecánicos y también mediante el vaciado.</p> <p>4. tr. Ser copia de un original.</p> <p>5. prnl. Dicho de los seres vivos: Engendrar y producir otros seres de sus mismos caracteres biológicos.</p>	<p>La entrada no aparece.</p>
<p><b>Patrón, na.</b> (Del lat. <i>patrōnus</i>). 11. m. Planta en que se hace un injerto.</p>	<p><b>Patrón, na.</b></p> <p>Marca: Agronomía Equivalente inglés: <i>rootstock; understock</i></p> <p>Definición: Planta sobre la cual se injerta una púa o una yema de otra. Sinónimo Pie, portainjerto, masto</p>
<p><b>Variedad</b> 7. f. Bot. y Zool. Cada uno de los grupos en que se dividen algunas especies de plantas y animales y que se distinguen entre sí por ciertos caracteres que se perpetúan por la herencia.</p>	<p><b>Variedad</b></p> <p>Marca: Agronomía Equivalente inglés: <i>variety</i></p> <p>Definición: Subdivisión natural de una especie que muestra caracteres morfológicos distintos.</p> <p>Definición: Categoría específica de una planta de cultivo, seleccionada tomando como base su homogeneidad fenotípica (algunas veces la genotípica).</p>
<p><b>Generación</b> (Del lat. <i>generatĭo, -ōnis</i>). 1. f. Acción y efecto de engendrar (   procrear). 2. f. Acción y efecto de generar (   producir). Generación de empleo 3. f. Sucesión de descendientes en línea recta. 4. f. Conjunto de todos los vivientes coetáneos. La generación presente La generación futura 5. f. Cada una de las fases de una técnica en evolución, en que se aportan avances e innovaciones respecto a la fase anterior. Ordenadores de quinta generación 6. f. Conjunto de personas que por haber nacido en fechas próximas y recibido educación e influjos culturales y sociales semejantes, se comportan de manera afín o comparable en algunos sentidos. La generación juvenil La generación de la guerra</p>	<p>La entrada no aparece. Por aproximación se encuentra:</p> <p><b>Regeneración</b> Marca: Agronomía Equivalente inglés: <i>regeneration</i></p> <p>Definición: Renovación mediante nuevo crecimiento.</p> <p>Definición: Regeneración de una masa forestal por cualquier procedimiento.</p> <p>Definición: Formación de embriones, órganos y o plantas completas in vitro como respuesta a un estímulo.</p>

<p>7. f. p. us. Casta, género o especie. ~ espontánea.</p> <p>1. f. Biol. Creencia antigua en la aparición de seres vivos sin progenitores físicos. por ~ espontánea.</p> <p>1. loc. adv. Sin causa aparente.</p>	
<p><b>Asexual</b> (De a-2 y el lat. <i>sexus</i>, <i>sexo</i>).</p> <p>1. adj. Sin sexo, ambiguo, indeterminado.</p> <p>2. adj. Biol. Dicho de la reproducción: Que se verifica sin intervención de gametos; como la gemación.</p>	<p><b>Asexual</b></p> <p>Marca: Agronomía</p> <p>Definición: Sin sexo.</p> <p>Definición: Referido a una clase de reproducción de las plantas.</p> <p>Sinónimo: somático, ca</p>
<p><b>Sexual</b> (Del lat. <i>sexuālis</i>).</p> <p>1. adj. Perteneciente o relativo al sexo.</p>	<p><b>Sexual</b></p> <p>Aparece como:</p> <p><b>Reproducción sexual</b></p> <p>Marca: Agronomía</p> <p>Equivalente inglés: <i>sexual reproduction</i></p> <p>Definición: Reproducción que implica la formación de gametos seguida por la fecundación, que en las espermafitas da lugar a la formación de semillas</p>
<p><b>Vegetativo, va.</b></p> <p>1. adj. Que vegeta o tiene vigor para vegetar.</p> <p>2. adj. Biol. Perteneciente o relativo a las funciones vitales básicas inconscientes. Órganos, aparatos vegetativos.</p>	<p><b>Vegetativo, va.</b></p> <p>Marca: Agronomía</p> <p>Equivalente inglés: <i>vegetative</i></p> <p>Definición: Perteneciente o relativo a la vegetación o nutrición.</p> <p>Definición: Fase del desarrollo de la planta en la que no se forman estructuras reproductivas.</p> <p>Definición: Tipo de reproducción asexual que tiene lugar a partir de porciones somáticas de las plantas.</p>
<p><b>Vegetar</b> (Del lat. <i>vegetāre</i>).</p> <p>1. intr. Dicho de una planta: Germinar, nutrirse, crecer y aumentarse. U. t. c. prnl.</p>	<p><b>Vegetar</b></p> <p>La entrada no aparece.</p>

## ANEXO

### 2.- Definiciones dadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (Argentina)

CITRICOS [Resolución 149/98](#)

Apruébense Normas para la producción, comercialización e introducción de plantas cítricas de vivero y sus partes.

Bs. As., 27/10/98

**Almácigo:** cultivo de plantines de portainjertos desde la siembra hasta el repique o trasplante en los viveros.

**Clon:** conjunto de plantas de la misma constitución genética propagados vegetativamente a partir de un único material inicial.

**Estaca:** parte de ramas no injertadas, enraizadas o no, usadas como portainjerto o para el cambio de copa de una planta ya formada.

**Indexar o testar:** comprobar el estado sanitario de una planta con respecto a enfermedades mediante métodos biológicos o bioquímicos.

**Injerto Sandwich (madera intermedia):** injerto utilizado entre el pie y la variedad copa.

**Lote:** conjunto de plantines de la misma especie y variedad, procedentes de idéntico origen, de igual edad, etc., cultivado con continuidad espacial y sometido a un grado de manejo uniforme.

**Material de Fundación:** son plantas obtenidas a partir de la Planta Madre Original.

**Partida:** conjunto de plantas de idéntico portainjerto y variedad copa (sublote) despachadas para venta como única unidad de carga, bajo un mismo remito.

**Plaga:** cualquier especie, forma, biotipo o raza de planta, animal o agente patógeno, nocivas para las plantas o productos vegetales.

**Planta:** individuo botánico destinado al establecimiento de plantaciones o a su uso en ornamentación y jardinería, pudiendo proceder de semilla botánica o estaca (pie franco) o ser una combinación de injerto/portainjerto.

**Planta candidata o planta inicial:** es la planta que dará origen al clon certificado una vez que se pruebe que todas sus características coinciden con las descriptas para el cultivar respectivo en el Registro Nacional de Cultivares del INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS.

**Planta madre original:** planta obtenida a partir de la planta candidata, mantenida bajo cubierta con protección contra insectos, de identidad genética y calidad agronómica y sanitaria controlada, usada para la obtención de semillas botánicas, estacas o yemas.

**Planta madre de reserva:** planta madre réplica de la planta original, mantenida en abrigos a prueba de insectos.

**Plantas Certificadas:** Plantas obtenidas a partir de Plantines Certificados injertados con yemas de Plantas Yemeras.

**Plantas yemeras (bloques de incremento):** conjunto de plantas de vivero producidas a partir de Material de Fundación, empleadas para incrementar en forma rápida el número de yemas.

**Plantel de plantas injertadas:** cultivo de plantas desde la injertación hasta su distribución para plantación definitiva.

**Plantel de portainjertos injertables (plantines injertables):** cultivo de portainjertos desde el trasplante del almácigo hasta el momento de injertación.

**Plantines Certificados:** Plantines obtenidos de Semilla Certificada.

**Portainjerto o pie:** plantín (individuo botánico) procedente de semilla botánica, estaca o micropropagado "in vitro" destinado a la formación de la parte inferior de la combinación (injerto / portainjerto).

**Saneamiento:** procedimientos tendientes a erradicar las plagas presentes en el material de propagación.

**Semilla:** adóptase a los fines de la presente reglamentación la definición de semilla determinada en el artículo 1º, inciso a) del Decreto N° 2183 de fecha 21 de octubre de 1991 reglamentario de la Ley N° 20.247. Según esta definición, se entiende por semilla a todo órgano vegetal, tanto semilla en sentido botánico estricto como también yemas, estacas o cualquier otra estructura, incluyendo plantas de vivero, que sean destinadas para siembra, plantación o propagación.

**Semilla botánica:** al mencionarse semilla botánica se refiere a la semilla sexual o asexual, usada para la propagación de plantines de portainjertos.

**Semilla Certificada:** Semilla botánica que se obtiene del Material de Fundación.

**Sublote:** conjunto de plantas de un lote ubicadas en un solo bloque con igual especie y variedad de injerto y portainjerto.

**Vara porta-yemas o vareta:** porción de rama o brote con una o más yemas destinadas a la propagación de una variedad mediante su injertación en un plantín (portainjerto o pie).

**Variedad:** Conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que pueda definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos y pueda distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos. Una variedad particular puede estar representada por varias plantas, una sola planta o una o varias partes de una planta, siempre que dicha parte o partes puedan ser usadas para la producción de plantas completas de la variedad.

**Vivero:** establecimiento que se dedica a la producción, comercialización o introducción de plantas o sus partes destinadas a la propagación o multiplicación.

**Yema:** cada uno de los órganos de propagación que da lugar a una planta al ser injertados sobre un portainjerto.

**Otras fuentes:**

**Rametes (ramets):** módulos capaces de dar lugar a un individuo nuevo.

